

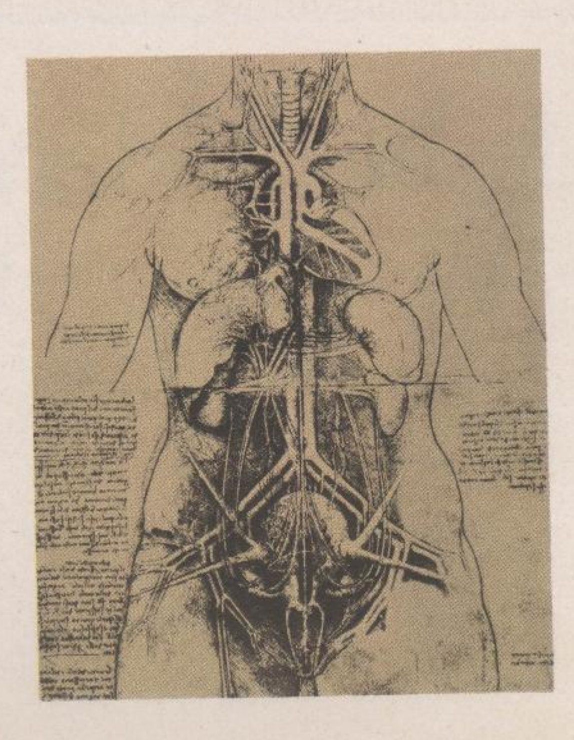
Lección de anatomía del cirujano Tulp, por Rembrandt (Museo de La Haya). Durante los siglos XVI y XVII, los artistas se sintieron atraídos por la representación de cuerpos descuartizados que muestran venas, músculos y tendones. También los médicos, influidos de idéntico espíritu renacentista, empezaban a estudiar ya el cuerpo humano sin prejuicios de ningún tipo.

Comienzos de la moderna biología. De Vesalio a Boyle

La renaciente curiosidad humanística, estimulada por la imprenta, tenía que orientarse necesariamente hacia el estudio del cuerpo humano. En el "sistema" del mundo, la "máquina" humana es y será siempre lo que interesa más al hombre. Los primeros "modernos" que quisieron conocer la forma y los métodos de organización del cuerpo humano fueron los artistas. El movimiento y los gestos de una figura no se podían representar bien si no se sabía qué músculos y qué nervios funcionaban para mover los miembros. Alberto Durero, con su temperamento meditabundo, casi misantrópico, se preocupó principalmente por las proporciones del cuerpo humano. Esto también había preocupado a los antiguos. ¡El *canon!* ¿Por qué la naturaleza obra produciendo la forma según



El cirujano (detalle), por Jan Sanders van Hemesen (Museo del Prado, Madrid).

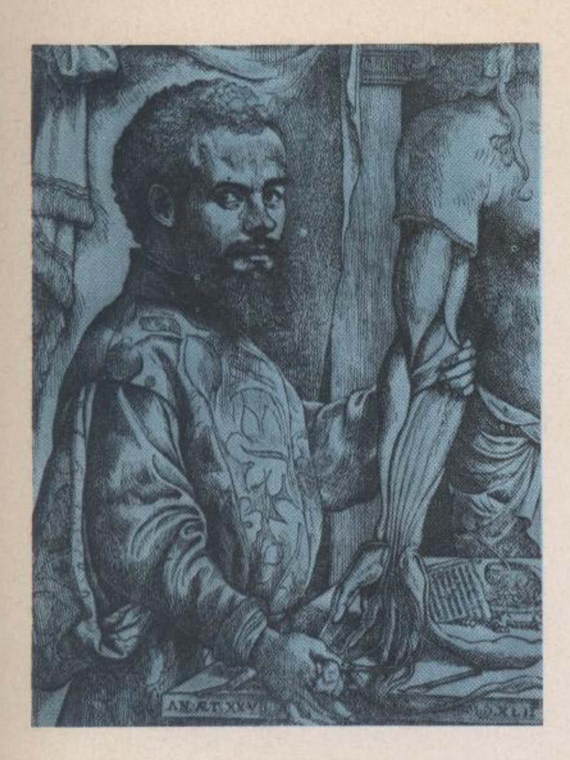


Tronco femenino, por Leonardo da Vinci. Este gran pintor italiano fue, junto con Durero, uno de los iniciadores del interés de los artistas por la anatomía.

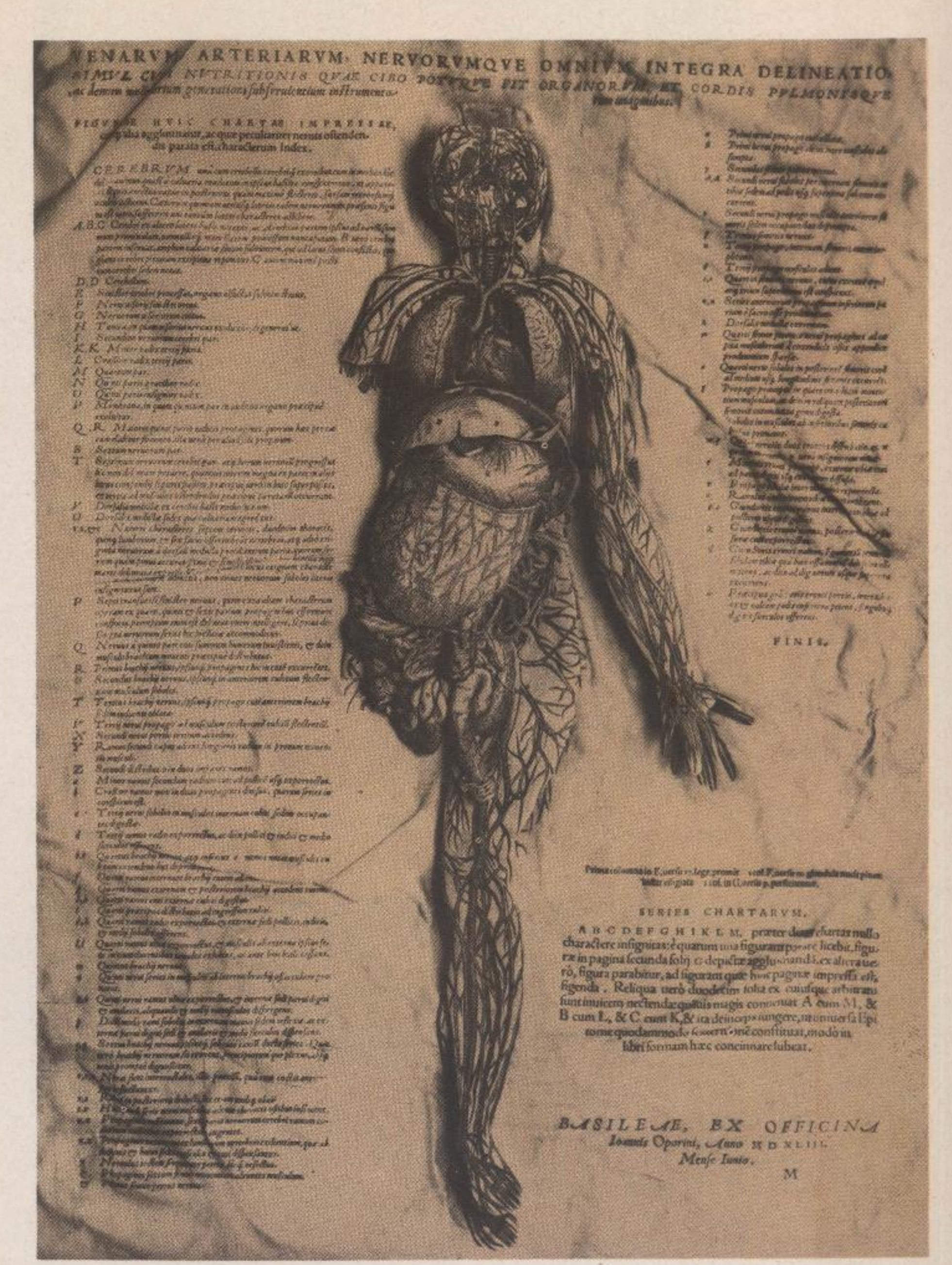
unas medidas y relaciones que son siempre fijas?... Pero Durero, con su libro de dibujos de la *Simetría Humana,* publicado en 1532, no entró en la verdadera cuestión de la estructura del cuerpo y las leyes que presiden su funcionamiento, sino que trató sólo de sus medidas. En cambio, Leonardo atacó ya el problema con espíritu verdaderamente moderno. Sus *Cuadernos de Anatomía,* que no fueron impresos hasta el año 1911, asombran por la precisión de sus observaciones, confirmadas algunas de ellas con pruebas experimentales; especialmente son admirables las observaciones de Leonardo acerca de la estructura del corazón. Por medio de disecciones y experimentos se convenció de que las válvulas sólo permiten el paso de la sangre en una dirección e impiden que regurgite hacia atrás. Leonardo no llegó a precisar sistemáticamente el régimen circulatorio. En ésa, como en tantas otras cosas, fue un precursor, sin metodizar sus resultados ni hacer escuela que continuara sus estudios.

Mas, para observar vísceras y hasta disecarlas, se necesitaba algo más que la curiosidad intermitente de los artistas; eran los médicos quienes tenían que preocuparse por estos estudios. Los artistas reproducían sólo los cuerpos, mientras que los médicos tenían que recomponerlos y enmendarlos. Y, sin embargo, durante los siglos XVI y XVII los artistas no cejaron en su interés por la anatomía. Abundan los cuadros de esta época pintados sólo para representar cuerpos descuartizados mostrando venas, músculos y tendones. En la escuela holandesa, los artistas experimentaron un placer casi morboso en representar cirujanos operando pústulas y tumores. Obras maestras, como *La lección de anatomía,* de Rembrandt, muestran el interés apasionado del artista por un asunto casi científico.

Pero, por fin, había llegado la hora de que los médicos comenzaran a estudiar, sin prejuicios escolásticos, aquel cuerpo humano que, en estado de enfermedad, ellos alardeaban de saber curar. Durante toda la Edad Media bastáronles el texto de Avicena y los sobados aforismos de la escuela de Salerno. Ahora, con el Renacimiento, habían recuperado los textos clásicos, sobre todo a Galeno, impreso por el benemérito Aldo Manuzio. Con su laboriosidad admirable, Aldo se asoció para imprimir los escritos de Galeno con un médico inglés, Thomas Linacre, que estudiaba en Padua. Aldo y Linacre prestaron un servicio importantísimo a la humanidad, porque, al fin y al cabo, Galeno era muy superior a Avicena y a los empíricos de la escuela de Salerno. Algunas de las ideas de Galeno sobre los humores y los tres espíritus, natural, animal y vital, no eran del todo des-



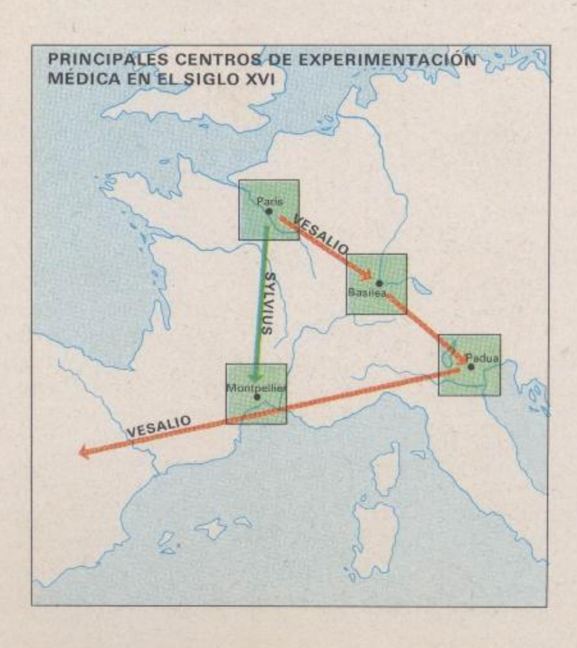
Andreas Vesalio, el primer tratadista moderno de la anatomía, en un grabado de su libro "De humani corporis fabrica", publicado en Basilea.



Las venas, arterias y nervios del hombre en una de las láminas grabadas por Jan Stephan van Calcar para la obra de Vesalio "De humani corporis fabrica".

cabelladas; por lo menos, obligaban a examinar al enfermo para saber qué humores o espíritus tenía perturbados. En la Edad Media el médico no se preocupaba por ello; curaba con recetas de los manuscritos.

Con Galeno aprendieron los médicos a observar, y como consecuencia de ello se publicaron varios tratados de medicina y cirugía originales. El primer impreso médico en lengua moderna es el tratado alemán de cirugía que escribió Hieronimus Brunschwing, publicado en Estrasburgo en 1497 por Johann Grünigfer. Está profusamente ilustrado y sería un libro precioso aunque no tuviera más que las láminas. Siguieron a este tratado otros ya especiales de anatomía, cuyos autores se afanaron en escoger buenos artistas para encargarles los dibujos. Sin embargo, el paso decisivo en la ciencia anatómica lo hizo dar Andreas Vesalio con su gran obra *De Humani Corporis Fabrica*. Vesalio, como la mayoría de los genios de esta época, fue un hombre internacional. Nacido en Bruselas en el año 1508, se graduó del doctorado en Basilea en 1537. Enseñó anatomía en Padua hasta que Carlos V y Felipe II lo tomaron como médico de cámara. Residió unos años en Madrid y allí publicó otro de sus escritos *(Anatomicarum Gabrielli Fallopii observationum examen)*, un comentario a la obra de Falopio, su sucesor en Padua. Pero Vesalio no terminó su vida en Madrid. La Inquisición española





Paracelso, por Rubens (Museos Reales de Bruselas). Theofrast Bombast von Hohenheim, el alemán que se consideraba "Superior a Celso", inició los estudios de la farmacología moderna.

le condenó a muerte por haber practicado, según decían, la vivisección; Felipe II conmutó esta pena por un viaje a Tierra Santa. A la vuelta, en Zante, murió de fiebre, probablemente tifoidea.

El libro *De Fabrica*, de Vesalio, es más de admirar por las condiciones en que tuvo que trabajar su autor. Como era médico famoso, su sala de disección estaba constantemente llena de otros médicos aventajados, monjes, cortesanos y mendigos. Así y todo, Vesalio pudo desechar como puramente imaginarios los hígados de cuatro y cinco lóbulos de Galeno, los úteros cornudos, los poros interventriculares y tantos otros disparates que se aceptaban sólo por la fe en los textos. Los dibujos del libro *De Fabrica*, de Vesalio, he-

LA CIRCULACION DE LA SANGRE

La génesis del descubrimiento de la circulación pulmonar dista mucho de estar completamente esclarecida. Galeno, con su doctrina de los espíritus, había establecido un modelo de aparato circulatorio que perduraba en toda su integridad, tan escasos eran los retoques admitidos universalmente con el correr de los siglos, en el Renacimiento. Dentro de ese esquema, se admitía que la mezcla del "espíritu natural" (sangre), formado en el hígado y que circulaba por las venas, con el vital, originado en el ventrículo izquierdo del corazón y que circulaba por las arterias, se realizaba en el ventrículo derecho, el cual comunicaba con el izquierdo por una serie de poros que nadie había conseguido ver.

El primer grito de alarma contra esta concepción parece ser el del médico árabe Ibn al-Nafis (siglo XIII), quien escribía: "Cuando la sangre se ha purificado en esta cavidad, el ventrículo derecho, ha de pasar al ventrículo izquierdo, en el que se forma el espíritu vital. Pero entre estas dos cavidades no existe ningún paso: el tabique que las separa es completamente estanco y no lo cruza ningún orificio visible, como creen algunos autores, ni invisible, que permita el paso de la sangre, como cree Galeno. Al contrario: la materia de que se compone es completamente homogénea y no tiene poros permeables. Por consiguiente, la sangre, después de haberse purificado, tiene que circular por fuerza por la vena arterial (arteria pulmonar), ir por ella hasta el pulmón, mezclarse en él con el aire para que sus partes sutiles se purifiquen, entrar en la arteria venosa (vena pulmonar) y alcanzar la cavidad izquierda del corazón, que es apta para formar el espíritu vital".

El segundo texto se encuentra en el *Christianismi Restitutio* de Miguel Servet (1553), en donde, en medio de un texto de contenido teológico, se afirma: "El espíritu vital tiene su origen en el ventrículo izquierdo del corazón, ayudando los pulmones sumamente a la generación del mismo. Es un espíritu tenue, elaborado por la fuerza del calor, de color rojo, poder ígneo... Se engendra de la mezcla del aire inspirado, hecha en los pulmones, con la sangre sutil elaborada, la cual pasa del ventrículo derecho del corazón al izquierdo. No se hace esta comunicación, sin embargo, por la pared media del corazón como vulgarmente se cree, sino que, por medio de un magno artificio, va la sangre sutil desde el ventrículo derecho hasta los pulmones. Preparada en éstos, se hace roja y de la vena arteriosa (arteria pulmonar) se trasfunde a la arteria venosa (venas pulmonares). Después, en la misma arteria venosa, se mezcla con el aire inspirado, y por la espiración se desprende de su parte fuliginosa. Finalmente, por el ventrículo izquierdo del corazón es atraída toda la mezcla, materia apta ya para hacerse espíritu vital". Y más adelante añade: "Aquel tabique medio, estando falto de vasos y condiciones, no puede ser apto para aquella elaboración y comunicación, aunque algo pueda resudar. De la misma manera o con el mismo artificio con que se hace en el hígado la transfusión de la sangre desde la vena porta a la vena cava, se hace también en el pulmón la transfusión de la misma desde la vena arteriosa (arteria pulmonar) a la arteria venosa (venas pulmonares). Si alguno compara estas cosas con lo que escribió Galeno en los libros VI y VII *De usu partium*, entenderá plenamente la verdad, no advertida por el mismo Galeno".

Evidentemente existen concomitancias —¿fortuitas?— entre este texto y el de Ibn al-Nafis. Y también existen con los posteriores de Colombo y Valverde. Si la relación entre estos últimos no parece excesivamente difícil de establecer, no ocurre lo mismo con el citado en primer lugar. Sin embargo, se ha adelantado la hipótesis de que Miguel Servet tal vez tuviera conocimiento del mismo a través de Andrea Alpago (muerto en 1520, poco después de que la universidad de Padua le ofreciese una cátedra de Medicina), quien residió treinta años en Damasco y nos consta que manejó y tradujo parcialmente obras de Ibn al-Nafis.

Evidentemente existe una gran distancia entre estas descripciones anatómicas y el riguroso esquema mecanicista, racional y científico ideado por Harvey, pero, en todo caso, constituyen un curioso precedente de las ulteriores realizaciones del médico inglés.

J. V.

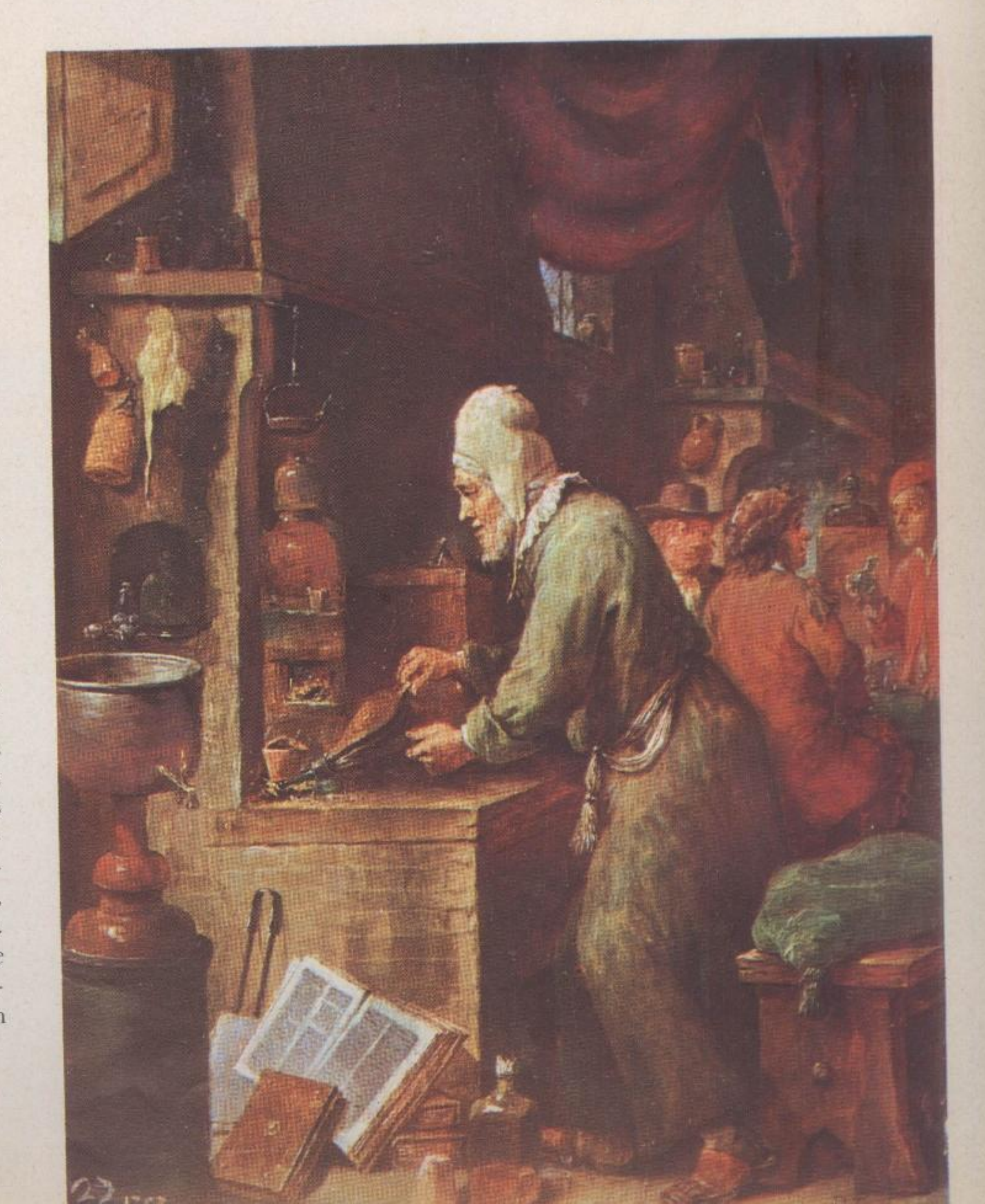
chos por un tal Jan Stephan van Calcar, son excelentes, muy superiores a todos los dibujos anatómicos anteriores, con la excepción, naturalmente, de los dibujos que ilustran la *Anatomia animata* de Leonardo.

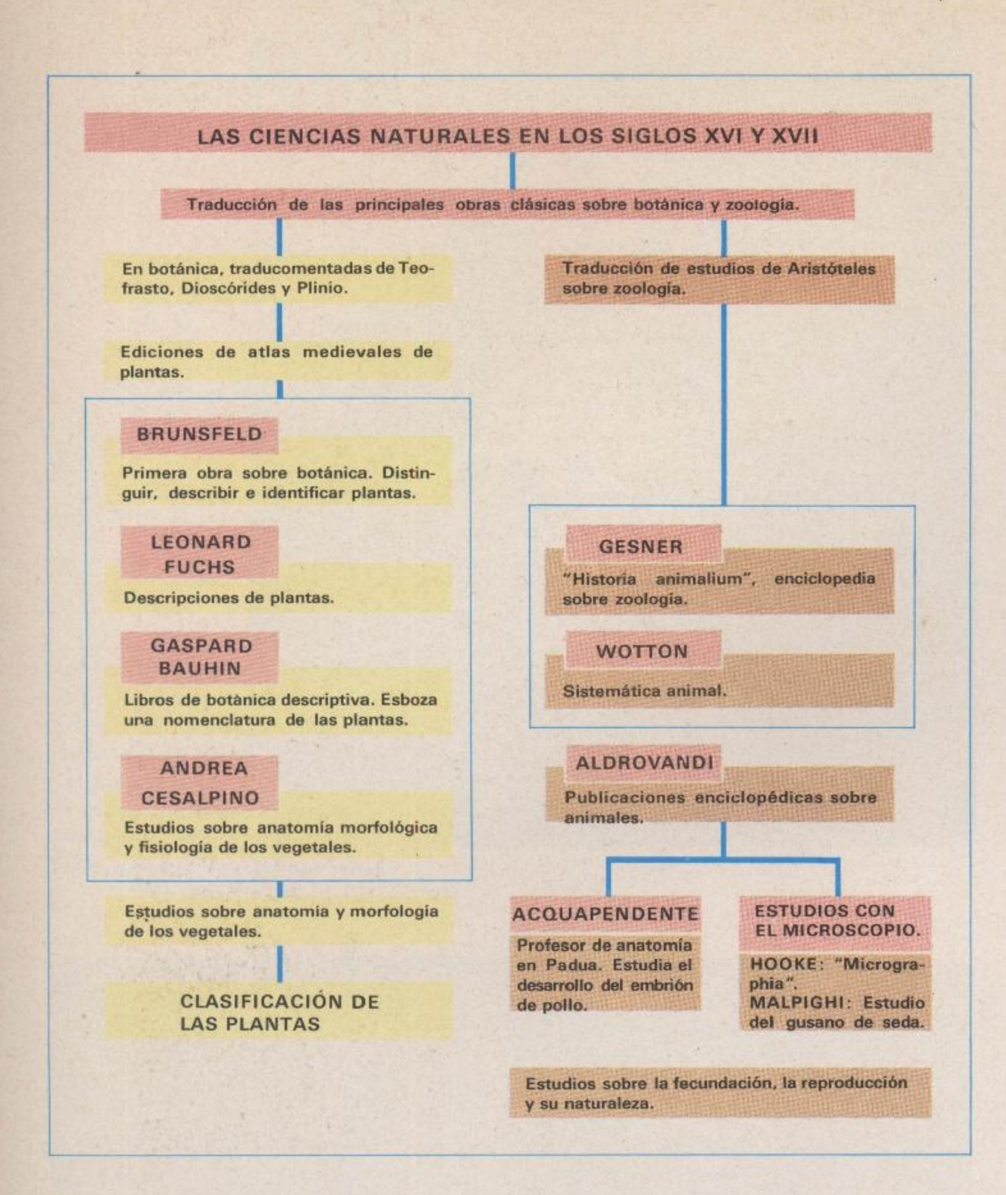
Si Vesalio fue el Erasmo de la medicina, a su contemporáneo Paracelso se le puede calificar de Lutero científico. Nació en el año 1490 en Einsiedeln y su verdadero nombre era Theofrast Bombast von Hohenheim. Probablemente se dio a sí mismo el nombre de *Paracelso,* que quiere decir "superior a Celso", el tratadista romano todavía popular en medicina. Paracelso inició en realidad los estudios de la química moderna, aunque, dado su carácter, no podía menos de recaer en absurdos de alquimia y aun de magia. El hombre, formado del limo de la tierra, contenía en su cuerpo todos los elementos. Los más vitales, tríada mística de sustancias, son la sal, el azufre y el mercurio. Convencido de la supremacía de estas materias, Paracelso las usaba como medicina en la mayor parte de los casos. Fue él quien propuso valerse del mercurio para el tratamiento de la sífilis, acertando esta vez quizá por casualidad. Pero como el cuerpo está compuesto también de los otros elementos, el médico debe conocer la química y esforzarse en estudiar la materia en todas sus variedades. Eso era, en verdad, un consejo utilísimo; pero Paracelso se excedía también, sin duda, cuando añadía que el médico debía saber astrología porque las estrellas influían en la naturaleza humana, y tenía que saber también teología porque el hombre, creado por Dios, mantiene con el Creador relaciones constantes, y magia, porque está sujeto asimismo a los ataques del demonio.

A pesar de tantas singularidades, Paracelso daba sus lecciones en alemán, y no en latín, y como comienzo de sus enseñanzas empezaba quemando a Avicena y Galeno. Pensador original, Paracelso excitó a los demás a pensar por su cuenta, previniéndoles contra el dogmatismo de las escuelas. Siendo el médico más popular de la Alemania de su tiempo, tuvo que preocuparse de patología y terapéutica. En este ramo se manifestó antigalenista y contrario al sistema de los cuatro humores. Paracelso fue el primero en observar que las enfermedades cambiaban según el clima y aseguró que la naturaleza curaría las llagas más de prisa que el médico con sus emplastos. Prescribió la intervención quirúrgica cuando fuese necesaria, clamando contra la división artificial de medicina y cirugía, que abandonaba esta última a los barberos. Paracelso murió en Salzburgo el 1531 y se supone que pudo ser asesinado por los médicos "a la antigua", que no le perdonaban sus ataques.

Vesalio y Paracelso son los dos gigantes de la primera generación de biólogos modernos; pero el interés por la anatomía y los estudios biológicos era general, y otros muchos hombres de ciencia iban dando pequeños impulsos, que, sumados, provocarían el gran cambio de que todavía nos beneficiamos. Así, por ejemplo, hacia la mitad del siglo XVI un médico de París, Guillaume Baillon, describió por vez primera la tos ferina y el reumatismo. Por la misma época, un profesor italiano, llamado Silvio, describió las venas y arterias del cerebro. En 1541, Giovanni Battista Canani, de Ferrara, hizo grabar en cobre veintiséis maravillosos dibujos de los músculos y huesos del brazo. Pero habiendo visto luego los grabados al boj, también excelentes, sobre el mismo asunto en el tratado *De Fabrica,* de Vesalio, con el despecho de reconocerse superado, mandó destruir su edición, y de ella quedan hoy, conocidos, sólo once ejemplares. Un canónigo de Módena y profesor en Padua, Gabriele Falopio, publicó en 1561 las *Observationes anatomicae,* que ya hemos dicho que estimularon a

El alquimista, por David Teniers II (Museo del Prado, Madrid). El sueño dorado de la transmutación de los metales y el elixir de la eterna juventud se proyectaron sobre la medicina del Renacimiento para dar origen a la química y la farmacología.





Vesalio a publicar una memoria crítica. Falopio describió los tímpanos auriculares, los huesos esfenoides, los ovarios, la vagina y la placenta, los ligamentos circulares y muchos nervios.

El nombre de Padua ha aparecido ya varias veces en este capítulo. En Padua enseñó Vesalio, en Padua enseñó Silvio y en Padua enseñó Falopio. He aquí un caso admirable de constancia en un "estudio" que tenía que producir necesariamente resultados extraordinarios. El sucesor de Falopio en la cátedra de Padua, su discípulo Gerolamo Fabrizio d'Acquapendente, fue también un gran biólogo. La vida de Acquapendente se deslizó entre los años 1537 y 1619. Era rico y mandó construir por su cuenta el anfiteatro anatómico de la universidad de Padua, edificio adonde fueron después a estudiar los más grandes cirujanos de la época. Acquapendente hizo allí sus descubrimientos y, sobre todo, reconoció las válvulas en las venas, facilitando no poco el descubrimiento de la circulación de la sangre.

Cabalmente entre los estudiantes del anfiteatro de Padua, escuchando a Acquapendente, estaba ya entonces el hombre que debía describir con precisión científica el maravilloso mecanismo del corazón y las arterias y las venas; éste era el estudiante inglés William Harvey, nacido en Folkestone en 1578. Harvey se doctoró en Padua en 1602, después de cuatro años de estudios con Acquapendente. De regreso en Inglaterra se estableció inmediatamente como médico profesional

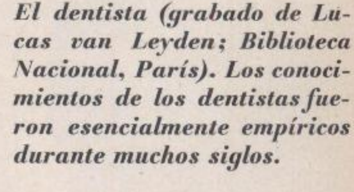


Farmacia de Llivia (España), considerada como una de las más antiguas de Europa.

en Londres, logrando una gran clientela. Cirujano del hospital de San Bartolomé, llegó a tener tanta reputación, que fue nombrado médico de cámara del desdichado rey Carlos I. Después de la sentencia y ejecución del monarca, Harvey se retiró a su casa de campo de Lambeth, frente a Westminster, y allí escribió su libro imperecedero *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*. Se conoce generalmente con el nombre más corto de *Motu cordis*, esto es, *Movimiento del corazón*, pero el título de Harvey es mucho más científico y más ambicioso; no es sólo el movimiento del corazón lo que trata de describir Harvey, sino también el torrente circulatorio de la sangre, y no sólo en el hombre, sino en todos los animales. Después de la anatomía de Vesalio, el paso más grande hacia la medicina moderna es la monografía de Harvey. Con ella se inaugura verdaderamente la fisiología especializada en el estudio de un órgano y de su función. Sus contemporáneos describen a Harvey como de estatura mediana, de tez morena, ojos redondos y negros, llenos de vida, y el cabello blanco ya veinte años antes de morir. El rey le manifestaba el mayor agrado y simpatía, poniendo los animales del parque real a su disposición para que pudiera llevar a cabo sus experimentos, pero Harvey no fue nunca popular como médico. Sus colegas de profesión le respetaban como "anatomista", pero no le admiraban como patólogo. "Nadie hubiera dado tres peniques por sus píldoras."

Permita el lector que hagamos un esfuer-





El dentista (grabado de Lucas van Leyden; Biblioteca Nacional, París). Los conocimientos de los dentistas fueron esencialmente empíricos durante muchos siglos.



Calle de una ciudad francesa del siglo XVI con representación de una botica, un sastre y un barbero (ms. 5.062, fol. 148 v.; Biblioteca Nacional, París). Durante siglos, la cirugía estuvo encomendada a los barberos. Paracelso también protestó contra esta práctica.





Albarelo o bote de farmacia de cerámica catalana del siglo XVII (Museo Retrospectivo de Farmacia y Medicina de los Laboratorios del Norte de España, Barcelona).

zo ahora para darle a comprender la importancia del descubrimiento de Harvey. Aristóteles había ya dilucidado que el corazón es el órgano central de la vida, como él decía, de la mente y del alma. Mas para Aristóteles el corazón engendra el calor animal, más sutil, más espiritual que el fuego. Este calor, esencial para la vida, Harvey lo atribuyó a la misma sangre, reconociendo que el corazón actúa sólo como una bomba para mantener en movimiento el líquido circulatorio. La prueba que dio Harvey no puede ser más ingeniosa: hizo observar que en el embrión del polluelo aparecen venas antes que el corazón y que late el pulso. Más aún; si el huevo frío se calienta con la mano, la sangre renueva su circulación, dice Harvey, "su prístina danza, como si la vida regresara del Hades". Por consiguiente, es la vida la que nos proporciona el calor y éste hace circular la sangre por todo el cuerpo.

La observación de que la sangre circula, de que se mueve por todo el cuerpo, debió de ocurrírsele al primer hombre que vio abierto el cuerpo de un animal todavía vivo, o vio una arteria al descubierto. Pero nadie llegó a explicarse el cómo ni el porqué del movimiento. Harvey, valiéndose del descubrimiento de las válvulas venosas de Acquapendente, llegó a la conclusión preliminar de que las venas permiten el paso de la sangre sólo en una dirección –esto es, hacia el corazón– y las arterias el de la sangre que viene del corazón, por lo que éste debe hacer el oficio de bomba.

Otra conclusión preliminar fue la de que toda la sangre está constantemente en movimiento. La prueba, también muy ingeniosa, que dio Harvey es la siguiente: el corazón puede contener cuatro onzas inglesas de sangre, esto es, 64 gramos. Como quiera que el corazón late 72 veces por minuto, saldrán por las arterias $72 \times 64 = 4.608$ gramos de sangre por minuto, y al cabo de una hora, 276 kilogramos. Esto es, que cada hora saldrá del corazón una cantidad de sangre que



Farmacia del Hospital Tavera, en Toledo. Según Paracelso, el médico debía saber química para conseguir curar las enfermedades.

Anfiteatro anatómico de la universidad de Padua, costeado por Acquapendente.

pesa más del cuádruple de un hombre normal. Y como no se puede suponer que toda esta sangre se elabore en las vísceras, será siempre la misma sangre que circulará impulsada por el corazón.

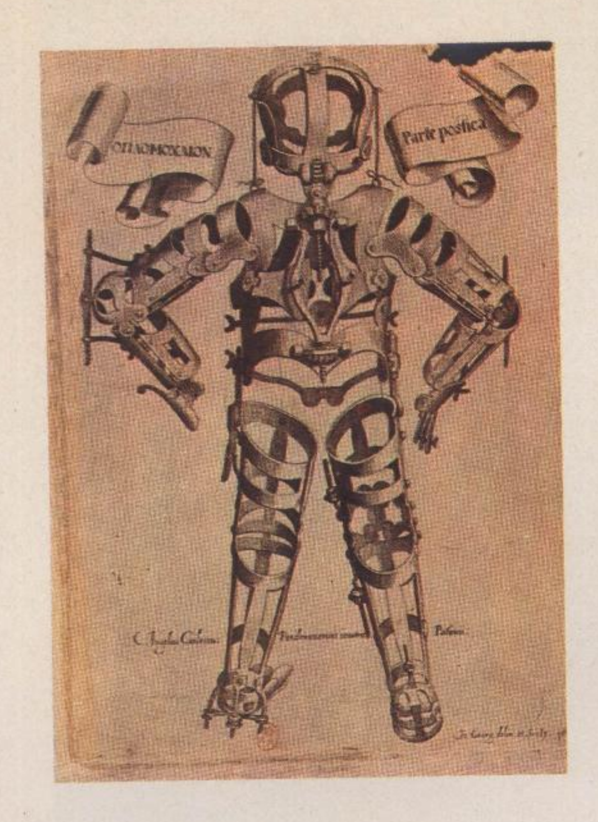
Harvey no llegó a explicar perfectamente la circulación de la sangre porque no conoció los vasos capilares, que son el lazo de unión entre las arterias y las venas. Para esto hubiera necesitado un microscopio, y de precisar este punto se encargó Malpighi, del que hablaremos a continuación. Pero con esta salvedad, el *Motu cordis* de Harvey es todavía un modelo de monografía científica. Harvey describe lo que vio y tocó en perros, cerdos, serpientes, ranas y peces; hasta en ostras, langostas, insectos y, sobre todo, en el embrión del polluelo. El *Motu cordis* fue impreso en Francfort en el año 1628. Los médicos galenistas y aristotélicos lo recibieron con recelo e ironía. La facultad de Medicina de París se burló de Harvey oficialmente; en Francia sólo lo defendieron y vindicaron literatos como Boileau y Molière. Los pocos enfermos que le seguían fieles desertaron casi todos después de la publicación del *Motu cordis*. Todavía hoy los enfermos que pueden permitirse el lujo de un doctor prefieren el clínico que practica la medicina al investigador, cuyos descubrimientos le distraen de las enfermedades. Harvey continuó trabajando en su retiro de Lambeth, y en 1654, tres años antes de morir, publicó otro tratado, *De Generatione animalium,* en el que precisaba que todo ser vivo nace de un germen o de un huevo; las palabras *Omne vivum ex ovo* son el legado que hizo Harvey a la humanidad. Aristóteles había afirmado que es el elemento masculino el que da la forma al embrión y que la madre sólo cuida de nutrirlo en su seno. Galeno, en cambio, creyó que los dos progenitores, uniendo sus elementos, producen el nuevo ser. Harvey declaró terminantemente que "casi todos los animales, hasta aquellos que paren vivos a sus hijos, hasta el mismo hombre, se producen por medio de huevos". La intuición genial de Harvey, en este punto, casi no se concibe. El óvulo humano no fue "visto" hasta el año 1827 por Bauer.

El trabajo de Harvey *De Generatione* es cinco o seis veces más largo que el *Motu cordis*. Contiene innumerables observaciones, es una obra paciente y reflexiva, pero sin la brevedad sintética admirable de su primer tratado. El *Motu cordis* de Harvey no puede compararse a nada que le preceda. Hoy se ha tratado de dividir su gloria con el español Miguel Servet, con los italianos Acquapendente y Malpighi... Pero aunque éstos contribuyeron al

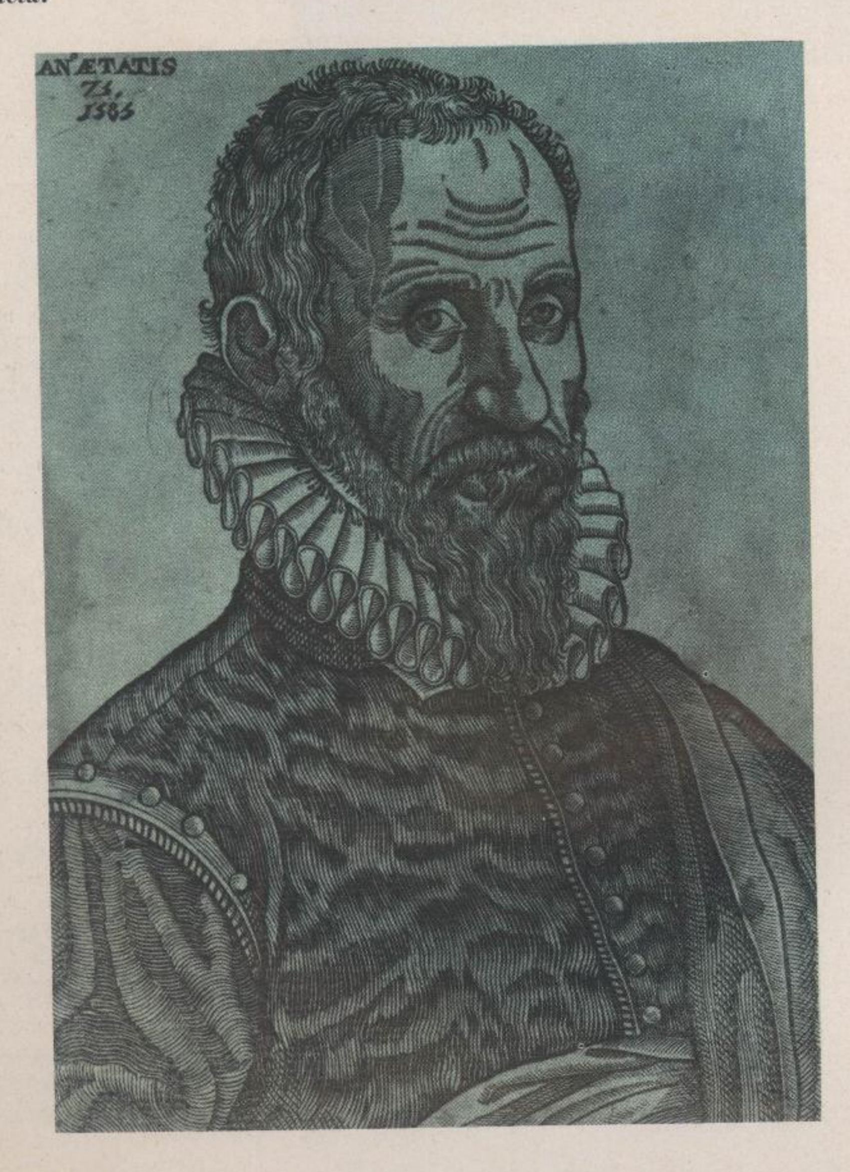


Albarelo de cerámica de Manises del siglo XV (Museo de Cerámica, Barcelona).

Prótesis realizadas en metal y cuero, según grabado de la obra "Chirurgica" de Gerolamo Fabrizio d'Acquapendente (París, 1613).



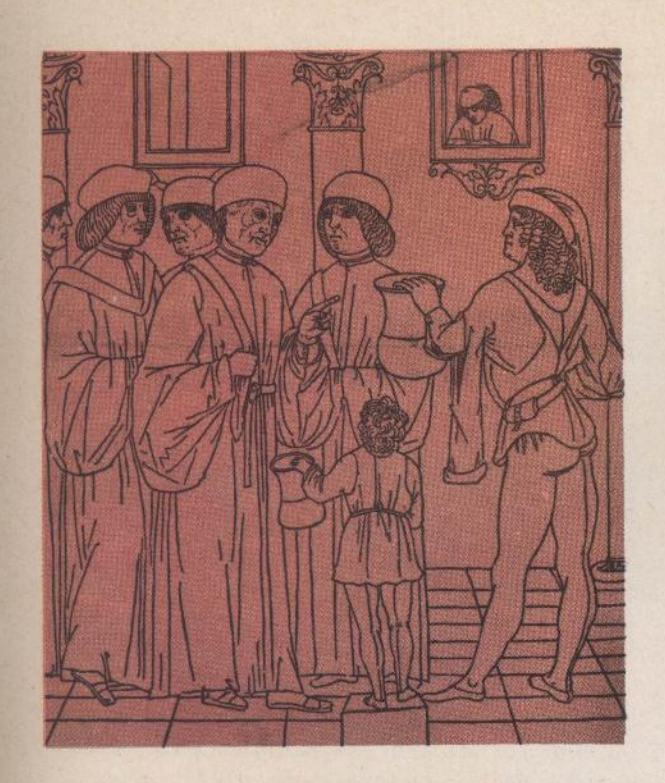
Ambroise Paré, el célebre médico militar francés que destacó en la curación de las heridas por armas de fuego y en obstetricia.



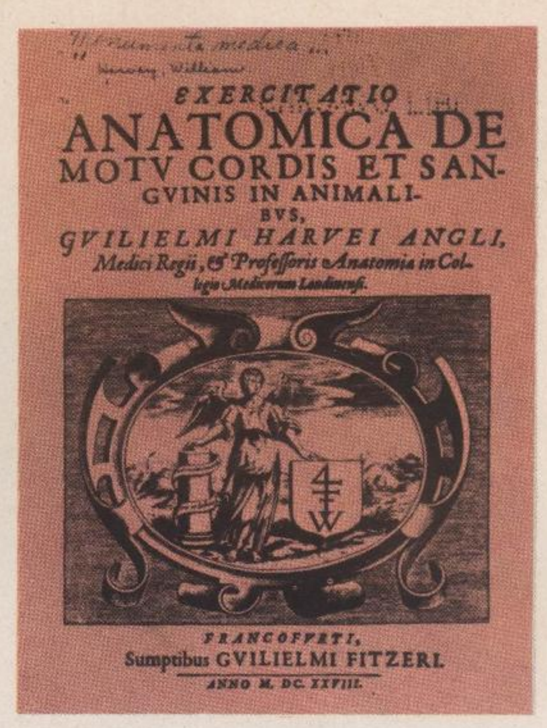
descubrimiento, unos proponiendo el problema, otros resolviendo algunos de sus detalles, sólo Harvey le concedió la importancia que tenía. El trabajo de Harvey probó que Aristóteles y Galeno no eran infalibles; no había tales poros en el corazón por donde se filtrara la sangre; el corazón no era el hogar ni la caldera del cuerpo, sino un mecanismo como una bomba con válvulas.

Quedó, como ya hemos dicho, un punto sin precisar en la teoría del sistema circulatorio propuesto por Harvey. La sangre iba del corazón a los músculos, y Harvey creyó que éstos hacían el oficio de esponja; de allí la extraía el corazón por la succión de las venas. Pero ni los músculos son materias esponjosas ni toda la sangre va a los músculos. Harvey no llegó a conocer que la sangre pasa de las arterias a las venas por unos vasos capilares, invisibles sin microscopio; y, sin embargo, saltaba a la vista, por poco que se hubiera fijado en los dibujos anatómicos de Vesalio, que la sangre pasaba de las arterias a las venas directamente, sin detenerse en la "esponja" de los músculos. Las terminaciones de las arterias estaban afrontadas con las terminaciones de las venas. Sin embargo, debe excusarse a Harvey porque en su tiempo el microscopio era todavía un instrumento muy deficiente. Galileo había ya imaginado combinar lentes para formar el telescopio, y, como consecuencia, se derivaba que podían usarse lentes combinadas que harían de microscopio. Pero las imágenes que proporcionaban estos microscopios primitivos no eran claras, y casi parecía preferible usar simples lentes. Y con simples lentes no podían obtenerse grandes ampliaciones; sin embargo, con ellas consiguió Marcello Malpighi descubrir los vasos capilares que hacen de puente entre las venas y las arterias. Malpighi nació en 1628. En 1661, cuatro años después de la muerte de Harvey, Malpighi daba a la estampa su libro *De pulmonibus*, en el cual describía por vez primera el paso de la sangre de las arterias a las venas a través de los vasos capilares. El secreto le fue revelado por el pulmón de la rana, donde los capilares son muy grandes; allí con la simple lente pudo observar el fenómeno. El verdadero carácter vesicular del pulmón quedaba también del todo especificado en la obra de Malpighi, que era un técnico impecable, muy hábil para la observación de lo diminuto.

Como queriendo en todo continuar la obra de Harvey, Malpighi publicó todavía un libro sobre la generación, *De formatione pulli in ovo* (1673). Estudió la anatomía del gusano de seda y puede decirse que inició la histología moderna, haciendo notar la diferencia de los tejidos de las vísceras y de las glándulas. Pero todavía quedó por aclarar la



Grabado del "Tratado de Disección" de Mundino de Padua que representa la lección del análisis de orina.



EXERCITATIO
ANATOMICA DE
MOTV CORDIS ET SANGVINIS IN ANIMALIBVS,
GVILIELMI HARVEI ANGLI,
Medici Regii, & Professoris Anatomiæ in Collegio Medicorum Londinensi.

FRANCOFVRTI,
Sumptibus GVILIELMI FITZERI.
ANNO M. DC. XXVIII.

Portada de la obra "De motu cordis", de William Harvey, y grabados de la misma que representan el mecanismo de las arterias con sus válvulas.

causa del calor de la sangre. Servet casi anticipó que los pulmones servían para enfriarla; por lo menos, afirmó que toda la sangre pasaba por los pulmones. Harvey, al principio, creyó también que la respiración servía para enfriar la sangre; pero después, al notar que el feto no respiraba, abandonó el problema por demasiado complicado. Sanctorius, un profesor de Padua, fue el primero que intentó medir las variaciones de la temperatura en el cuerpo humano, ya a principios del siglo XVI. Pero no hay que decir que los termómetros de aquel tiempo no permitían apreciar ni décimas ni casi grados. Descorazonado por sus experimentos sobre temperaturas, Sanctorius trató de comparar los pesos del cuerpo en diferentes ocasiones y en distintas circunstancias. Con esto puede decirse que Sanctorius estableció los principios de la moderna ciencia del metabolismo o nutrición y secreción. ¡Qué humilde comienzo! Pero, ¿quién se atrevería a negar la importancia de estos experimentos de Sanctorius, pesando y volviendo a pesar a un individuo?

Hacia esta época empiezan los holandeses a interesarse por los estudios biológicos, en los que más tarde debían superar a los italianos. Sin títulos ni educación escolástica, Anton van Leeuwenhoek confirmó las observaciones de Malpighi sobre los vasos capilares del sistema circulatorio, dibujó los espermatozoos y los corpúsculos de la sangre y hasta dibujó bacterias, que pudo observar en

EL MICROSCOPIO

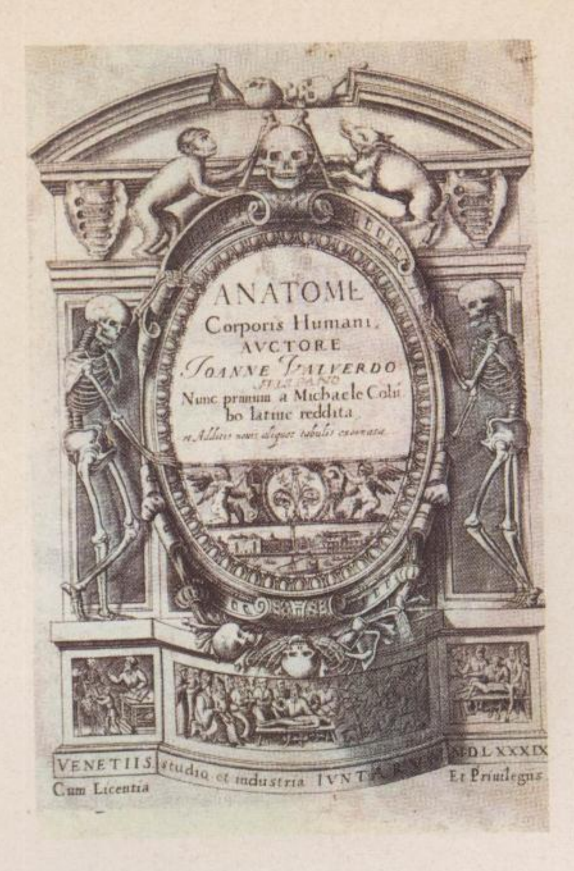
Las mismas concepciones que se opusieron al desarrollo del anteojo astronómico en las edades antigua y media contribuyeron a retrasar la aparición del microscopio. El poder de aumento de las lentes y la propiedad que éstas tienen de concentrar los rayos del sol en su foco habían sido observados ya en los inicios de nuestra era. Pero su aplicación práctica se realizó mucho más tarde: alrededor de 1286 se utilizaron para corregir la miopía en el norte de Italia, que se transformó así en sede de una pujante industria. Sin embargo, es a Galileo a quien se deben los primeros pasos consecuentes que le llevaron al hallazgo del microscopio compuesto poco después de haber ideado su primer anteojo astronómico. En 1612 construyó el primero, que dedicó al rey de Polonia, y hacia 1615 asegura haber observado que las moscas, "grandes como corderos", tenían pelos y uñas en sus patas.

Estos primitivos microscopios no tuvieron tanto éxito como los anteojos. Se oponían a ello el tamaño desmesurado de sus tubos, la dificultad de enfocar correctamente los objetos y las aberraciones ópticas de las lentes. Estos inconvenientes fueron solucionándose en el curso de un siglo y el instrumento quedó adecuado para realizar observaciones de precisión en cuanto los procedimientos de división mecánica ideados por el duque de Chaulnes (1714-1769) permitieron enfocar fácilmente.

Las primeras observaciones microscópicas –tal vez algunas de ellas realizadas con lupas– trastornaron el campo de las ciencias naturales. Así, el inglés Robert Hooke, a partir de 1665, depuró la técnica de observación, se fijó en la importancia que tiene la correcta iluminación del campo y realizó y descubrió la constitución celular de algunos vegetales. Por su parte, el holandés Leeuwenhoek, comerciante de paños de Delft, tuvo la idea de aplicar la lupa que utilizaba para contar los hilos de la trama a los seres de la naturaleza. Y de la lupa pasó al microscopio compuesto, llegando a conseguir aumentos de hasta 200 veces. Y descubrió un nuevo mundo: protozoos, bacterias, glóbulos rojos, espermatozoides, que plantearon una nueva problemática científica, uno de cuyos aspectos más interesantes fue el de la generación. Harvey, en 1651, había formulado el principio *ex ovo omnia*, aunque no pudiera demostrarlo con rigor. Pero abrió brecha en unos estudios que adquirieron rápido incremento, pues el microscopio permitió analizar en detalle los órganos sexuales masculinos y femeninos, lo cual condujo a la pululación de las teorías sobre la reproducción. Unos, como Hartsoeker, creyeron que el espermatozoide contenía un minúsculo *homunculus;* para otros, el germen procedía exclusivamente de la hembra y, finalmente, unos terceros explicaban que la semejanza del hijo con los dos padres exigía que ambos hubieran intervenido por igual en la procreación. La polémica continuó en todo su vigor a lo largo del siglo XVIII y sólo empezó a ceder cuando K. von Baer, en 1827, pudo demostrar la existencia del huevo en las vesículas de Graaf.

J. V.

Portada de la obra "Historia de la composición del cuerpo humano", del médico español Juan Valverde, traducida al latín con el título de "Anatomía del cuerpo humano" y editada en Venecia en 1589 (Biblioteca Central, Barcelona).



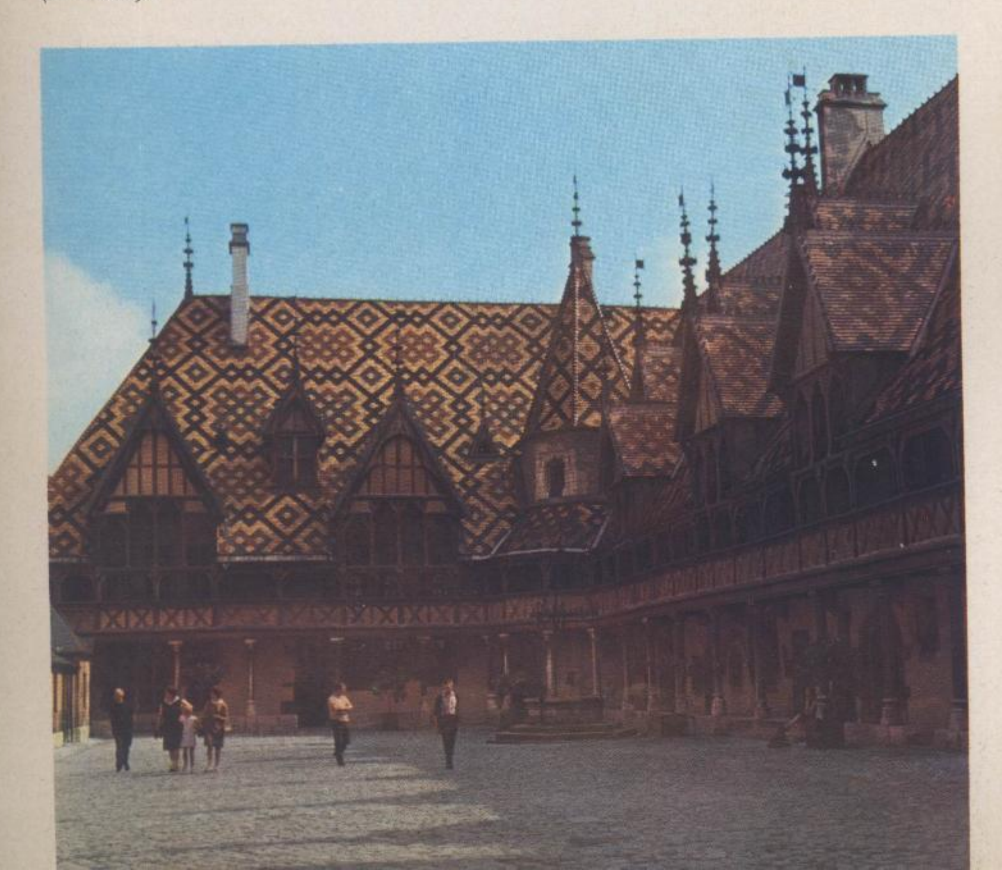
el sarro de los dientes y en el limo de las aguas. Esto ocurría el año 1683 y por todo instrumento empleaba Leeuwenhoek lentes de poca ampliación. Otro holandés, llamado Swammerdam, se especializó en el estudio de los nervios, y probando de antemano que el músculo no aumenta de peso ni medida en el momento de contraerse, pudo refutar por completo la vieja idea de que los nervios transmitían fluido o líquido nervioso análogo a la sangre de las venas.

Pese a su trascendencia para el futuro, estos descubrimientos apenas cambiaron la práctica de la medicina. ¿En qué podía ayudar, para la curación de las enfermedades, el régimen y funcionamiento de un órgano aislado, aunque éste fuera el corazón? En cambio, la cirugía se aprovechó de los estudios de Vesalio y de otros libros de anatomía. Las guerras de religión proporcionaban infinidad de ocasiones para intervenir a los cirujanos militares, que podían comprobar sobre las mesas operatorias lo que decían los libros. El médico militar francés Ambroise Paré realizó numerosos experimentos que le llevaron a poder afirmar cuatro puntos importantísimos: el primero, que las heridas por arma de fuego no estaban envenenadas y no requerían el tratamiento del aceite hirviente, que quemaba los tejidos. Este descubrimiento fue casual; Paré, en una ocasión, se encontró sin aceite en el campo de batalla y notó que las heridas se cicatrizaban más pronto con bálsamos fríos. El segundo descubrimiento de Paré es que pueden evitarse las hemorragias, después de amputaciones, ligando el miembro y no cauterizando el muñón. El tercero fue el preconizar el cambio de posición del feto en casos de presentación anormal, y el cuarto, que las moscas transmiten las enfermedades. ¡Qué inocentes nos parecen estos descubrimientos! Con todo, los libros de Paré: *La manière de traicter les playes* (1545), *Briefve collection de l'administration anatomique* (1551), etc., fueron impresos y reimpresos en todos los países de Europa.

Como les sucede siempre a los innovadores, la facultad, los profesionales practicones, erigidos en autoridad infalible, hicieron una guerra encarnizada a Paré. Este tuvo que jurar, ante la facultad de Medicina, que creía en todo lo que creía aquella corporación petrificada, con Galeno y Aristóteles por patronos. Así y todo, la facultad trató de impedir la publicación de las obras de Paré, que no tenían nada de pecaminoso y sí muchos consejos excelentes, basados en su gran experiencia como cirujano militar.

Por lo que toca a medicina interna, la gran lucha de los siglos XVI y XVII fue contra la sífilis. Se creía entonces que la sífilis era una enfermedad de origen americano; pero es probable que sea mucho más antigua de lo que se pensaba, y que no fuera sino sífilis probablemente mucho de lo que en Oriente se llamaba lepra. Hacia el fin del siglo XV, coincidiendo con el descubrimiento de América, la sífilis hizo estragos en Europa. Se empezó entonces a darle el nombre de *male franco* o *morbo gallico*. El primero en llamarla *sífilis* fue Fracastoro, el año 1530; su trata-

Hospital General de Beaune (Francia).



LA MEDICINA Y LA QUIMICA EN LOS SIGLOS XVI Y XVII

MEDICINA

Traducción de textos médicos griegos, Galeno e Hipócrates sobre todo.

Artistas del Renacimiento, como Durero, Leonardo y Miguel Angel, estudian la anatomía humana.

PARE

Cirujano militar francés, autodidacta con grandes conocimientos prácticos, es el primero en repudiar la cauterización de las heridas por el fuego.

FALLOPIO

Primeros estudios médicos de anatomía y disecciones.

VESALIO

"De humani corporis fabrica", descripción general de la anatomía del cuerpo.

1550

SERVET

Estudia la circulación pulmonar y la vuelta de la sangre al ventrículo izquierdo.

Estudios monográficos de los distintos músculos y órganos del cuerpo humano.

1600

HARVEY

"De motu cordis". Reúne en esta obra sus investigaciones sobre el movimiento del corazón y la circulación de la sangre por venas y arterias.

BARTHOLIN-RUDBECK

Estudios de la circulación por los vasos linfáticos.

Estudios de fisiología y de anatomía microscópicas.

Circulación por vasos capilares.

Estudios sobre la reproducción.

1660

Malpighi, Leeuwenhoeck

QUIMICA

No hay precedentes clásicos en la investigación química.

Desarrollo de la química práctica: técnica de colorantes, técnicas metalúrgicas.

AGRICOLA

"De re metallica", primer tratado práctico sobre explotación de metales.

PARACELSO

En contacto con alquimistas y experimentadores prácticos, critica las aportaciones anteriores y establece la importancia de la observación directa de la naturaleza.

Desarrollo científico de la química.

Boyle-Hooke

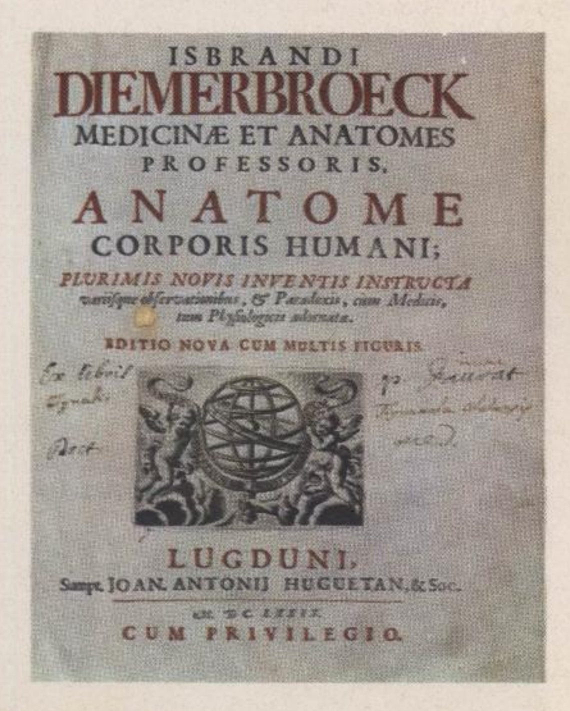
miento había producido ya una copiosa literatura antes de Fracastoro, pero éste puso orden en la confusión, y además describió los síntomas de otras enfermedades infecciosas como el tifus.

Ya hemos visto que universidades como Padua se especializaban en los estudios biológicos; esto por fuerza tenía que producir médicos dotados de espíritu de observación y hacer adelantar el arte de la medicina. Pero continuaron los practicantes y barberos operando a discreción, sobre todo ayudando a las comadronas. En partos difíciles, el barbero-cirujano y la comadrona acababan torpemente con la vida de la madre y del hijo. Tales y tan frecuentes fueron los abusos cometidos, que ya a principios del siglo XVI se empezó a legislar en Francia contra bar-

Uno de los patios del Hospital de San Pablo, de Barcelona.



Hospital Real, en Santiago de Compostela (La Coruña).



ISBRANDI
DIEMERBROECK
MEDICINÆ ET ANATOMES
PROFESSORIS,
ANATOME
CORPORIS HUMANI;
PLURIMIS NOVIS INVENTIS INSTRUCTA
variisque observationibus, & Paradoxis, cum Medicis, tum Physiologicis adornata.
EDITIO NOVA CUM MULTIS FIGURIS.
LUGDUNI,
Sumpt. JOAN. ANTONII HUGUETAN, & Soc.
M. DC. LXXIX.
CUM PRIVILEGIO.

Portada de la "Anatomía" de Isbrand Diemerbroeck, anatomista holandés célebre por sus estudios sobre la peste.

beros y comadronas, acusados de homicidio. Los hospitales se perfeccionaron igualmente, de acuerdo con las nuevas enseñanzas de la ciencia biológica.

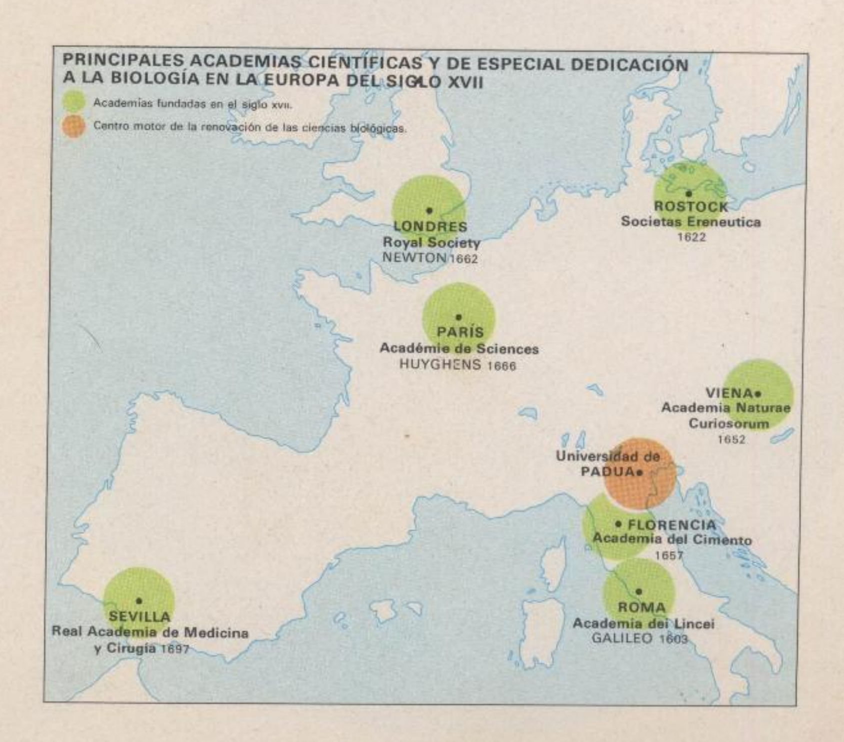
Pero la medicina no podía progresar mientras la química quedase retrasada, y en esta ciencia perduraban las supersticiones medievales de la piedra filosofal y de la alquimia. Nadie se proponía reducir una sal, o sintetizar un compuesto, si se podía destilar oro o hacer una piedra que satisficiese todas nuestras necesidades. A lo más, los químicos consentían en aceptar la teoría de los cuatro elementos de Aristóteles.

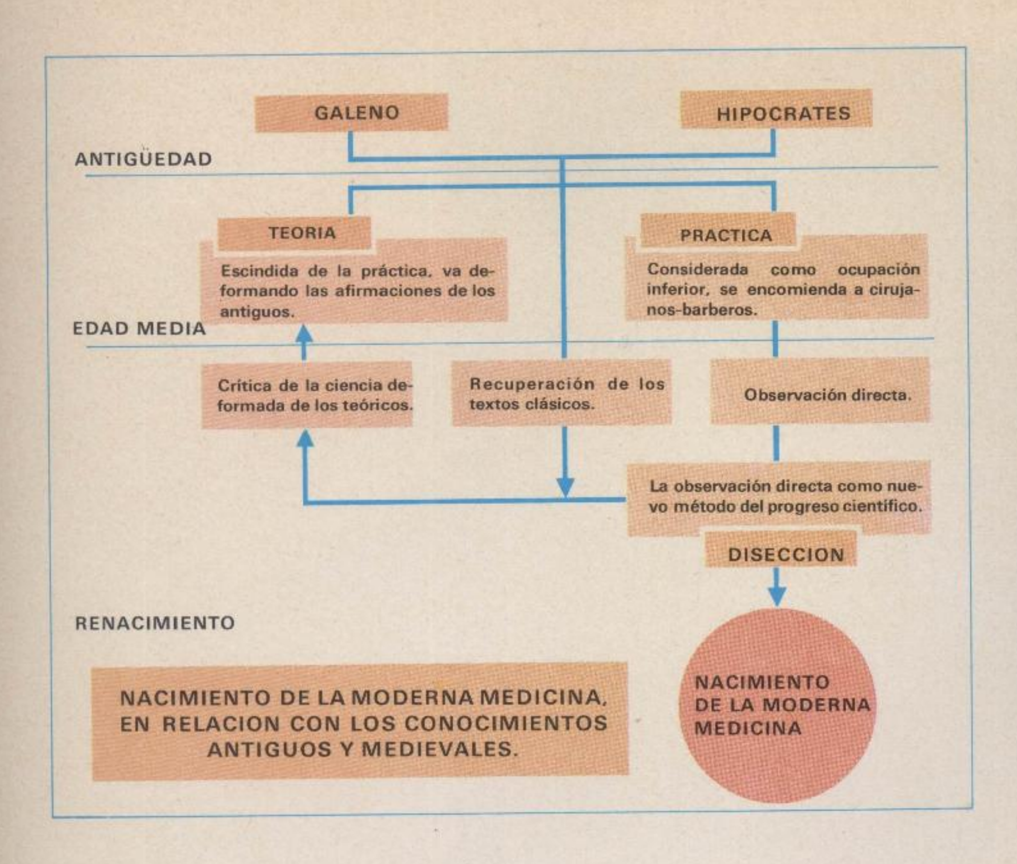
El primero que dio a la química una orientación enteramente moderna fue el irlandés Robert Boyle. Hacia la mitad del siglo XVII se había fundado en Inglaterra una sociedad llamada *El colegio invisible* o universidad sin sede. Sus miembros habían convenido en dedicarse al cultivo de la *Nueva filo-*

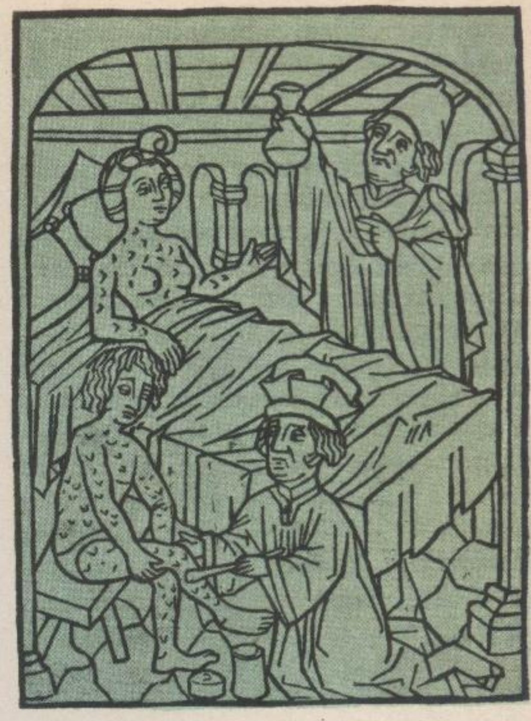
Claustro superior del Hospital de la Santa Cruz, de Toledo.

sofía, esto es, las ciencias naturales, cultivadas por la observación y la experimentación. Sostenido por este grupo de amigos, Boyle libró la química del dogma aristotélico de los cuatro elementos, pero no pudo emanciparse por completo de la alquimia. Sin embargo, en su primer libro, que lleva por título *El Químico escéptico,* criticó mordazmente los experimentos de los que continuaban creyendo, de acuerdo con las ideas de Paracelso, que la sal, el azufre y el mercurio eran los verdaderos elementos de todas las cosas. La química empezó desde entonces a ser considerada como una verdadera ciencia.

Boyle, en ciertos aspectos, es tan grande como Newton, de quien fue casi contemporáneo. Newton nació en 1642 y Boyle en el 1627; ambos murieron después de una larga vida consagrada a la ciencia. Ambos fueron miembros al mismo tiempo de la *Royal Society,* la Academia de Londres, recién







Grabado de la portada del primer libro (1497) que se conoce sobre la sífilis.

fundada, como secuela del *Colegio invisible*. Boyle era irlandés, hijo del conde de Cork, y, por consiguiente, poseía recursos suficientes para dedicarse con entera libertad a sus investigaciones científicas. Cuando sólo tenía ocho años, sus padres enviáronle a Inglaterra para que allí recibiera su primera educación; después estudió en Leyden, Lyon y Ginebra.

Girolamo Fracastoro (medallón por Covino; Museo Civico, Padua). Este médico italiano fue el primero en dar el nombre actual a la sífilis.

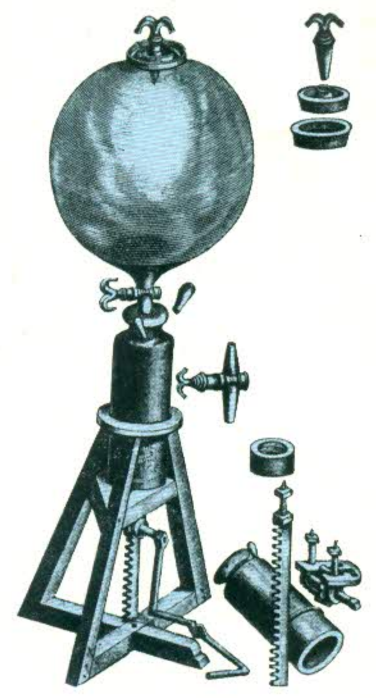


A su regreso del continente, Boyle residió primero en sus propiedades de Irlanda e Inglaterra, y las veces que iba a Londres posaba generalmente, pues era soltero, en casa de su hermana, dama de honor de la corte. En el año 1654, Boyle se instaló definitivamente en Oxford. El laboratorio de Boyle en esta ciudad, con los aparatos que él necesitaba para realizar sus experimentos, fue el que podríamos llamar primer laboratorio moderno de física y química.

Boyle era alto, delgado, de tez pálida, reveladora de una naturaleza delicada. Para conservar la salud trataba de prevenirse contra los cambios de temperatura, advertido por el termómetro, que era entonces un aparato algo primitivo. Todo el caudal que le sobraba, una vez satisfechos con toda puntualidad los cuantiosos gastos que le irrogaban sus complicados experimentos, acostumbraba a repartirlo entre los pobres y las obras de propaganda religiosa. Con frecuencia se ha dado en llamar a Boyle con el sobrenombre de *el Sabio Santo*. Boyle tuvo la intuición de los elementos químicos, probó que el aire era una sustancia material y llegó a pesarlo... Galileo había ya demostrado el peso del aire porque inyectando aire a presión dentro de un vaso, éste pesaba más que cuando el aire se hallaba en su natural presión. Torricelli, discípulo y amigo de Galileo, observó que, por mucho esfuerzo de succión que se hiciera con una bomba, el agua nunca subía más de treinta y tres pies.

El peso de esta columna de agua debía equilibrar el valor de la presión atmosférica. Para probarlo, Torricelli hizo la succión de otro líquido, el mercurio, que siendo catorce veces más pesado que el agua, debía subir sólo hasta una catorzava parte de treinta y tres pies. Así ocurrió, en efecto. Enterado Pascal del experimento de Torricelli, y convencido de que si no subía más el mercurio era porque su altura representaba el valor de la presión atmosférica, encargó a su cuñado, que vivía cerca de la montaña de Puy-de-Dôme, que ascendiera hasta aquella altura para ver si allí el mercurio subía hasta el mismo nivel que en el llano. La diferencia, que era de tres pulgadas, confirmó las suposiciones de Pascal y Torricelli. Pero no se sacaron consecuencias provechosas del notable descubrimiento hasta el momento en que Boyle procedió con su máquina neumática a verificar experimentos de diferentes presiones dentro de una esfera de vidrio.

El lector podrá ver el ingenioso aparato de Boyle, tal como lo reproducimos en esta misma página. Abriendo y cerrando espitas, Boyle extraía con una bomba el aire de la esfera, enrareciéndolo gradualmente, y, al revés, comprimía el aire cerrando y abriendo las espitas en sentido inverso. Así llegó a poder formular varias leyes de los cuerpos gaseosos y, sobre todo, a destruir la gran superstición, fundada en los escritos de Aristóteles, de que la naturaleza tiene horror al vacío. Boyle, con su máquina neumática, producía un vacío casi perfecto y afirmaba que sus experimentos "probaban que la *su-*



Máquina de Boyle para producir el vacío.

Robert Boyle, según un grabado inglés del siglo XVIII (Museo de Arte Moderno, sección grabados, Barcelona). Este físico y químico irlandés perfeccionó la máquina neumática, estudió la combustión y enunció, independientemente de Mariotte, la célebre ley sobre los gases.

24



El sistema arterial, según ilustración de la obra de Philippe Verheyen "Anatomía del cuerpo humano". La obra de este anatomista belga del siglo XVII fue clásica durante mucho tiempo.

puesta aversión de la naturaleza al vacío es accidental consecuencia de la fluidez de los cuerpos y del aire principalmente". Los cuerpos caían todos en el vacío con la misma velocidad, tanto si eran ligeros como pesados; en cambio, el tictac del reloj no se oía desde el exterior cuando la esfera se vaciaba por completo. Esto significaba que el sonido requería un medio como el aire para su propagación. Boyle disertó hipotéticamente sobre la estructura de la materia y de los átomos, y por sus geniales intuiciones puede llamársele el fundador de la química moderna. Según él, todos los cuerpos estaban formados por "corpúsculos" de diferentes clases y medidas, que al mezclarse formaban las diversas sustancias. Boyle distinguió entre mezclas y compuestos, y estableció que un compuesto debe tener cualidades diferentes de sus componentes. Empezó a preocuparse de la combustión y respiración, probando que requería aire. Nunca quiso hacer disecciones de animales, cohibido por su natural piadoso y compasivo. La ambición de las ciencias experimentales, en sus comienzos, era la de poder llegar a formularse de un modo matemático. Era la misma preocupación de Descartes y Spinoza por lograr probar, con demostraciones matemáticas, los principios de la filosofía. Pero si aún hoy son muy difíciles de estructurar con fórmulas matemáticas los resultados de la química obtenidos empíricamente, ¡cuánto más difícil no habría de ser en la época de Boyle!

LA CIENCIA EUROPEA EN LA ESPAÑA DE LOS SIGLOS XVI Y XVII

Los descubrimientos científicos realizados en Europa a lo largo de los siglos XVI y XVII llegaron a España con mucho retraso y, frecuentemente, no fueron comprendidos. La radicalización temperamental de los españoles como consecuencia de la lucha religiosa de la Contrarreforma trajo por consecuencia la aparición de una serie de trabas que les impidieron o cuando menos hicieron muy difícil el poder realizar viajes de estudio al extranjero. En este aspecto fue decisiva la disposición de 1559 dada por Felipe II en que disponía: "Mandamos que de aquí adelante ninguno de nuestros súbditos y naturales, de cualquier estado, condición y calidad que sean: eclesiásticos o seglares, frailes ni clérigos ni otros algunos, no puedan ir ni salir destos reinos a estudiar, ni enseñar ni aprender, ni a estar ni residir en universidades, ni estudios ni colegios fuera destos reinos; y que los que hasta agora y al presente estuvieran y residieren en tales universidades, estudios o colegios se salgan y no estén más en ellos dentro de cuatro meses después de la data y publicación desta carta...", y las penas que se imponían a los contraventores no eran ligeras: pérdida de bienes y destierro perpetuo. Por otra parte, la vigilancia a que se sometía la importación de libros hacía el resto y durante un siglo, el siglo en que se establecieron las bases de la ciencia moderna, España siguió viviendo anclada en la tradición del Medievo, excepción hecha de campos como los de las ciencias naturales, en que el contacto con la realidad americana permitió descollar a nuestros sabios, que eran de hecho los únicos que podían tener acceso a las tierras recién descubiertas.

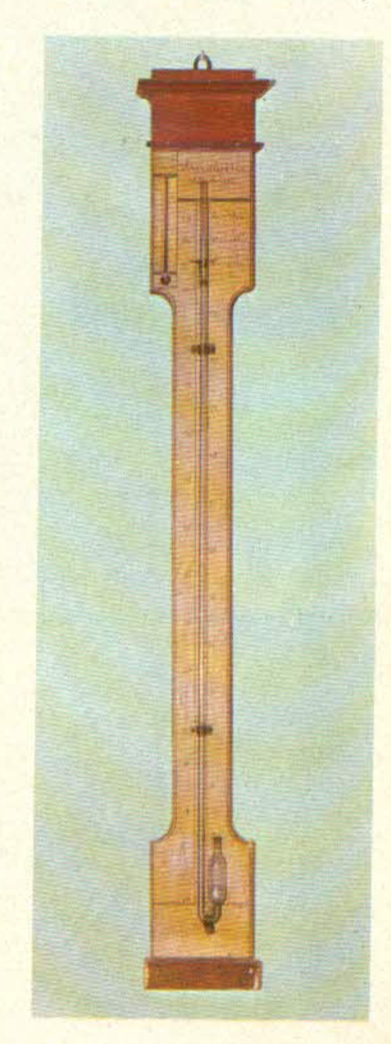
Sólo a fines del siglo XVII las nuevas teorías científicas hacen su irrupción en los textos españoles y el anteojo y el microscopio son utilizados por estudiosos como el astrónomo P. José Zaragoza (1660) y el anatomista Crisóstomo Martínez (1680). Posiblemente ambos instrumentos, y muy en concreto el anteojo, eran utilizados en nuestro país desde unos treinta años antes de las fechas señaladas, pero con fines muy distintos de los que aquí nos interesan: el de su conexión con la renovación científica. Y así, a mediados del siglo, Gaspar Bravo de Sobremonte, pronto seguido por Francisco San Juan Domingo y Joan de Alós, expone la teoría de Harvey sobre la circulación de la sangre; Crisóstomo Martínez descubre los vasos adiposos; el P. Zaragoza realiza valiosas observaciones astronómicas, etc. Pero, en conjunto, estos autores son personas cautas que evitan chocar de frente con el saber tradicional y, sobre todo, los astrónomos ocultan su verdadero sentir acerca del sistema del mundo y evitan hacer profesión de la fe copernicana y, externamente cuando menos, muestran sus preferencias bien por el sistema tolemaico, bien por el de Tycho Brahe.

J. V.



El Puy-de-Dôme, montaña en la que Pascal comprobó el experimento de Torricelli.

Barómetro de Torricelli (Museo Santacana, "La Enrejolada", Martorell, Barcelona).



Sin embargo, el método de la observación y experimentación estaba preconizado como el único verdaderamente científico. He aquí las palabras con que el gran clínico italiano Silvio, del año 1664, exponía su manera de enseñar:

"Yo llevo a mis estudiantes cada día a las salas del hospital para que vean ellos mismos a los enfermos. Les hago observar los síntomas de la enfermedad y procuro que escuchen las quejas de los pacientes. Después pregunto a los escolares lo que piensan de una enfermedad, cuáles creen que puedan ser sus causas y qué tratamiento propondrían para curarla. Sobre todo les exijo las razones en que fundan su opinión, y después doy mi juicio y receto las medicinas".

La impaciencia por descubrir suficientes leyes del universo para con ellas formular un nuevo sistema del mundo se manifiesta hasta en espíritus místicos, como es el caso de Pascal y Descartes. Todos parecen esperar la "revelación", que serán los *Principia Matematica* de Newton. ¡Ah, si Descartes y Pascal hubieran tenido la oportunidad de leer los *Principia* como los leyó Boyle! Todavía tienen que combatir el prejuicio del horror al vacío porque así lo había creído "la antigüedad".

"El respeto que ahora se tiene por los antiguos escritores griegos y latinos es tal, que se consideran oráculos sus pensamientos, y sus oscuridades, sublimes misterios, hasta en aquellos asuntos en que deberían tener menos valor... La geometría, la aritmética, la música, la física, la medicina, la arquitectura y todas las ciencias sujetas al raciocinio y a la experimentación, deben ser cultivadas para perfeccionarlas. Los antiguos las han encontrado sólo planeadas por aquellos que les precedieron, y nosotros las dejaremos sólo en un estado algo mejor para aquellos que nos sigan..."

"Sin embargo –sigue quejándose Pascal–, la calamidad de nuestro siglo es que se perdonan opiniones nuevas en teología, y, en cambio, las pocas novedades que hemos podido enunciar en física parecen falsas porque chocan con las opiniones tradicionales, como si fuera un deber inexcusable el respeto por los antiguos filósofos que trataron de estos asuntos..." Se puede, según Pascal, perdonar a los antiguos la creencia de que la Vía Láctea era debida a una mayor densidad en aquella parte del cielo, que por eso reflejaba mejor la luz..., o el decir que la naturaleza tiene horror al vacío; pero no se puede perdonar a los modernos, porque si hubiesen conocido nuestros experimentos, hubieran afirmado lo que entonces negaban.

No se puede pedir más para aquel tiempo. Todavía hoy estas palabras de Pascal es posible que suenen a ridícula pedantería seudocientífica en muchas facultades de física y medicina de Europa y América.

BIBLIOGRAFIA

Bainton, R. H.	*Michel Servet, hérétique et martyr,* Ginebra, 1953.
Callot, E.	*La renaissance des sciences de la vie au* XVII*e siècle,* París, 1951.
Cuvier, G.	*Histoire des sciences naturelles,* París, 1831-1845.
Chauvois, L.	*William Harvey,* París, 1957.
Dobell, C.	*Antony van Leeuwenhoek and his little animals,* Amsterdam, 1932.
Espinasse, M.	*Robert Hooke,* Londres, 1956.
Granjel, L. S.	*Historia de la medicina española,* Barcelona, 1962.
Harvey, W.	*Del movimiento del corazón y de la sangre de los animales,* México, 1965.
Irsay, S. d'	*Histoire des études sur la circulation du sang,* París, 1934.
López Piñero, J.	*Los comienzos de la medicina y de las ciencias modernas en España en el último tercio del siglo* XVII, Salamanca, 1965 (21 págs.).



El médico empírico, grabado de David Teniers (Museo de Arte Moderno, sección grabados, Barcelona). Contra este tipo de médicos se levantaron voces autorizadas, entre ellas la del italiano Silvio, que postulaban el contacto directo con el enfermo.